



**RESIN-SEALED SEMICONDUCTOR DEVICE****Patent number:** JP4192446**Publication date:** 1992-07-10**Inventor:** NIIOBI AKIRA**Applicant:** NIPPON DENSO CO**Classification:**

**- international:** C08K3/22; C08G59/00; C08K3/36; C08L63/00;  
H01L23/29; H01L23/31; H01L23/373; H01L23/495;  
C08G59/00; C08K3/00; C08L63/00; H01L23/28;  
H01L23/34; H01L23/48; (IPC1-7): C08K3/22; C08K3/36;  
C08L63/00; H01L23/29; H01L23/31

**- european:** H01L23/29P4; H01L23/373P; H01L23/495L

**Application number:** JP19900324872 19901126**Priority number(s):** JP19900324872 19901126**Also published as:**

 US5202753 (A1)  
 DE4133623 (A1)

[Report a data error here](#)**Abstract of JP4192446**

**PURPOSE:** To simultaneously attain high heat conductivity with low stress by sealing a semiconductor chip with thermosetting resin which is the mixture of alumina and fused silica.

**CONSTITUTION:** A silicon chip 2 on which a power transistor is formed and a silicon chip 3 on which a control circuit is formed are arranged on a frame 1. The elements of the silicon chips 2 and 3 are electrically connected by a wire 4, and the elements of the silicon chips 2 and 3 are electrically connected with the frame 1 by wire 5. The silicon chips 2 and 3 are integrally formed by sealing resin 6. The sealing resin 6 is the mixture of alumina and fused silica, while the base material is constituted of epoxy resin, phenol resin and modified silicone epoxy resin. Thus, stress applied on the semiconductor chip is reduced, and the heat conductivity of the semiconductor chip to the external part is improved.



---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-192446

⑪ Int. Cl. 5

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)7月10日

H 01 L 23/29

C 08 K 3/22

3/36

C 08 L 63/00

H 01 L 23/31

NKV

7167-4J

NKX

7167-4J

6412-4M H 01 L 23/30

R

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 樹脂封止型半導体装置

⑯ 特 願 平2-324872

⑰ 出 願 平2(1990)11月26日

⑱ 発 明 者 新 帯 亮 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電装株式会社 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

⑳ 代 理 人 弁理士 恩田 博宣 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

樹脂封止型半導体装置

## 2. 特許請求の範囲

1. アルミナと熔融シリカとを混合した熱硬化性樹脂で、半導体チップを封止したことを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

2. アルミナの体積含有率をxとし、熔融シリカの体積含有率をyとしたとき、

$$1.06x + y > 0.57$$

を満足するように混合したことを特徴とする請求項1に記載の樹脂封止型半導体装置。

3. アルミナの先端角が90°以上である請求項1に記載の樹脂封止型半導体装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、半導体チップを樹脂にて封止した樹脂封止型半導体装置に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、自動車用半導体パッケージを小型化する

には、電気負荷を駆動するパワートランジスタを形成したシリコンチップと、パワートランジスタを制御する制御回路を形成したシリコンチップを樹脂で一体形成する必要がある。この成形樹脂にはパワートランジスタの高出力化に伴い高熱伝導化と、制御回路形成用のチップサイズ大型化に伴い低応力化の両方が必要である。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、従来の成形樹脂では充填材として熔融シリカや結晶シリカが用いられているが、高熱伝導と低応力を同時に満足せず、応力によるチップ上の保護膜のクラックや低熱伝導による素子の動作不良等が起りやすく信頼性が著しく低下する。又、特開昭63-183915号公報や特開昭62-240313号公報には、充填材としてアルミナ等を用いて高熱伝導化を行っているが、低応力化は達成されていない。

この発明の目的は、高熱伝導化と低応力化を両立できる樹脂封止型半導体装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

第1の発明は、アルミナと熔融シリカとを混合した熱硬化性樹脂で、半導体チップを封止した樹脂封止型半導体装置をその要旨とする。

第2の発明は、第1の発明において、アルミナの体積含有率を $x$ とし、熔融シリカの体積含有率を $y$ としたとき、

$$1.06x + y > 0.57$$

を満足するように混合した樹脂封止型半導体装置をその要旨とする。

第3の発明は、第1の発明において、アルミナの先端角が $90^\circ$ 以上である樹脂封止型半導体装置をその要旨とする。

〔作用〕

熔融シリカの充填により熱膨張性向上に伴い半導体チップに加わる応力が低減されるとともに、アルミナの充填により半導体チップと外部との熱伝導性が向上する。

このとき、アルミナの体積含有率 $x$ と熔融シリカの体積含有率 $y$ との関係において、

脂粉末とフィラー粉末（アルミナ粉末と熔融シリカ粉末）を混合する。次に、トランスファ成形機における型内にチップ2、3の付いたフレーム1を配置する。さらに、ポット内に前述の混合した樹脂を入れ、樹脂を溶かした状態で型内に押し出す。引き続き、型内の樹脂を固めた後、型を外してモールドされたチップ付フレームを取り出す。このようにして、樹脂封止型半導体装置が完成する。

一般に、充填材を混合した樹脂にてシリコンチップを封止した場合、充填材の物性及び充填率によりシリコンチップに加わる応力値や放熱性が変化する。シリコンチップの熱膨張率が $3 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ であるとともに樹脂の熱膨張率が $70 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ であるのに対し、熔融シリカの熱膨張率が $0.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ と小さい。そのため、熔融シリカの充填率を大きくするほど、樹脂の熱膨張率をシリコンチップの熱膨張率に近づけることができる。そのためにシリコンチップに加わる応力を低くできる。しかし、熔融シリカの熱伝導率が $3$ 、

$$1.06x + y > 0.57$$

を満足させると、より好ましいものとなる。

さらに、アルミナとして先端角が $90^\circ$ 以上のものを用いると、型磨耗に対し好ましいものとなる。

〔実施例〕

以下、この発明を具体化した一実施例を図面に従って説明する。

第1図に示すように、フレーム1上に、パワートランジスタを形成したシリコンチップ2と、制御回路を形成したシリコンチップ3とが配置されている。又、ワイヤ4にてシリコンチップ2、3の素子間が電氣的に接続されるとともに、ワイヤ5にてシリコンチップ2、3の素子とフレーム1とが電氣的に接続されている。そして、シリコンチップ2、3は封止樹脂6で一体形成されている。この封止樹脂6は、エポキシ樹脂とフェノール樹脂とシリコーン変性エポキシ樹脂とからなる母材に対し、アルミナと熔融シリカが混合されている。

この樹脂封止型半導体装置の製造は、まず、樹

$3 \times 10^{-3} \text{ cal/cm}^\circ\text{C s}$ （SI単位系では $1.4 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ）であり、従来品の充填材である結晶シリカに比べ熱伝導率が小さいのでシリコンチップの放熱性を上げることができない。

一方、アルミナ・窒化珪素等の充填材は、従来品の充填材である熔融シリカに比べ熱膨張率が大きいために低応力化の効果はないが、熱伝導率が高い。しかし、窒化物（窒化珪素等）や酸化マグネシウムは、水蒸気により分解し、樹脂の劣化を早めるため半導体封止には不適當である。ところが、アルミナは水蒸気に対し十分安定であり、半導体封止用材料としては適したものである。

第2図にはアルミナ-熔融シリカ-樹脂の三成分系の組成（三角座標系の一部拡大図）と熱伝導率の関係を示す。同図から分かるように、熱伝導率は、アルミナ含有率が増加するに伴い単調に大きくなる。これは、熱伝導率は充填材の熱伝導率のみで決まるためである。

第3図にはアルミナ-熔融シリカ-樹脂の三成分系の組成（三角座標系）と、チップに加わる応

力値との関係を示す。同図から分かるように、等応力線は単調ではない。これは、応力値は封止樹脂の熱膨張率と弾性率との積にほぼ相関し、その熱膨張率は充填材の含有率増加に伴い減少し、逆に弾性率は充填材の含有率増加に伴い増加するためである。

そして、シリコンチップに加わる応力値に関するシミュレーションの結果、アルミナ-熔融シリカ系の場合、樹脂45容量%以上の領域では、充填材の増加により応力が増加し、それ以下の領域では応力が減少するという独自の挙動が見出された。

つまり、アルミナの体積含有率を $x$ 、熔融シリカの体積含有率を $y$ とすると、

$$1.06x + y > 0.57$$

の領域では応力の減少効果が著しい。

これは、アルミナの弾性率が熔融シリカの弾性率より5倍以上大きいこと、アルミナリッチの領域では、アルミナの含有率増加に伴う封止樹脂の弾性率の増加割合が熱膨張率の減少割合より大き

くなるため、全体としてチップに加わる応力が増加するためである。

そして、例えば、設計段階において、熱伝導率が $60 \times 10^{-4} \text{ cal/cm}^2\text{C}^{\circ}\text{s}$ となるように封止樹脂の熔融シリカとアルミナの充填率を決定したい場合には、第2図の特性線 $L_{60}$ に沿った組成を決定すればよい。この際、点P1よりもアルミナの比率の少ない領域が $1.06x + y > 0.57$ となり、この領域内では熱膨張率を所定値以下に抑えチップに加わる応力を低減できる。

又、設計段階において、例えば、チップ応力値が $3.00 \text{ kg/mm}^2$ となるように封止樹脂の熔融シリカとアルミナの充填率を決定したい場合には、第3図の特性線 $L_{3.00}$ に沿った組成を決定すればよい。

さらに、設計段階において、熱伝導率が $60 \times 10^{-4} \text{ cal/cm}^2\text{C}^{\circ}\text{s}$ で、かつチップ応力値が $3.00 \text{ kg/mm}^2$ となるように封止樹脂の熔融シリカとアルミナの充填率を決定したい場合には、前記第2図の特性線 $L_{60}$ と第3図の特性線 $L_{3.00}$ の交点

P3（第3図に示す）での熔融シリカとアルミナの充填率を採用すればよい。

一方、アルミナの硬度（モース硬度；9）はシリカの硬度（モース硬度；6～7）より大きいこと、装置の製造工程における金型への樹脂注入の際に発生する型摩耗が問題となる。しかしながら、第4図に示したように、先端角が $90^{\circ}$ 以上のアルミナを用いればよい。つまり、第5図に示すようなほぼ均等な分布をもつ結晶シリカを用いた場合の型摩耗量と、第4図に示すような分布をもつアルミナを用いた場合の型摩耗量の測定結果を、第6図に示す。この第6図から分かるように、先端角 $90^{\circ}$ 以上のアルミナを用いることにより、型摩耗量はシリカ並みに低減できる。

又、先端角が $90^{\circ}$ 以上のアルミナを用いれば、混合機の攪拌部材の摩耗を低減できる。即ち、樹脂の製造工程において樹脂粉末とフィラー粉末（アルミナ粉末と熔融シリカ粉末）を混合する際に混合機の攪拌部材（プロペラ）の摩耗が発生するが、それを低減することができる。

尚、第6図での型摩耗性の測定条件は、材質S45Cの金型の樹脂注入口の摩耗量を重量変化で測定した。

表-1には、実施例及び比較例における樹脂封止型半導体装置の組成、物性、信頼性の測定結果を示す。アルミナと熔融シリカを上記の組成範囲内で混合した実施例①、②では応力が低く、熱伝導率も高いため、パワートランジスタ形成チップと制御回路形成チップを一体形成しても、保護膜のクラックや素子の動作不良が起これにくく、信頼性を大幅に向上させることができる。つまり、実施例は比較例に比べ、耐熱衝撃性が高く、かつ、チップ部熱抵抗が低く、高熱伝導化と低応力化を両立できる。

<以下、余白>

表-1

		実施例		比較例	
		①	②	①	②
組成 (重量部)	エポキシ樹脂	42	42	42	42
	フェノール樹脂	31	31	31	31
	シリコン変性 エポキシ樹脂	16	16	16	16
	熔融シリカ	100	200	0	500
	アルミナ	400	400	0	0
	結晶シリカ	0	0	500	0
物性	曲げ弾性率 E ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	1400	1510	1550	1680
	膨張係数 $\alpha$ ( $\times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ )	1.6	1.3	2.1	1.1
	熱伝導率 $\lambda$ ( $\times 10^{-4} \text{ cal}/\text{cm}^\circ\text{C s}$ )	59	54	52	16
	熱応力値 ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	2.24	1.96	3.26	1.85
信頼性	耐熱衝撃性 ( $-40^\circ\text{C} \rightarrow 160^\circ\text{C}$ , 回)	100	1000	50	1000
	チップ部熱抵抗 ( $^\circ\text{C}/\text{W}$ )	3.5	4	4	10

尚、表-2には表-1の測定の際の手法・条件を示す。

表-2

項目	手法・条件等
曲げ弾性率	J I S - K - 6 9 1 1 による
膨張係数	熱膨張計による 測定温度 $60^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$
熱伝導率	熱プローブ法による
耐熱衝撃性	製品を $-40^\circ\text{C}$ と $160^\circ\text{C}$ の気相冷保が 熱衝撃にかけ、チップ表面の電氣特性 変動するまでのサイクル数を測定
チップ部 熱抵抗	製品において、パワートランジスタ を熱発熱させ、チップ面とパッケージ 表面の温度差を測定

このように本実施例では、アルミナと熔融シリカとを混合した熱硬化性樹脂で、シリコンチップ2、3を封止した。よって、熔融シリカの充填により熱膨張性を向上させてシリコンチップに加わる応力が低減できるとともに、アルミナの充填によりチップと外部との熱伝導性が向上でき、そのため、高熱伝導化と低応力化とを両立できることとなる。このとき、アルミナの体積含有率  $x$  と溶

融シリカの体積含有率  $y$  との関係において、

$$1.06x + y > 0.57$$

を満足させると、より好ましいものとなる。さらに、アルミナとして先端角が  $90^\circ$  以上のものを用いると、型磨耗に対し好ましいものとなる。

尚、この発明は上記実施例に限定されるものではなく、例えば、第7図に示すように、パワー素子と制御回路を1チップ化したシリコンチップ7を用いてもよい。このようにすると、1チップ化によるチップの大型化にも封止樹脂で対処できる。

#### 〔発明の効果〕

以上詳述したようにこの発明によれば、高熱伝導化と低応力化を両立できる優れた効果を発揮する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は実施例の樹脂封止型半導体装置の断面図、第2図はアルミナ-熔融シリカ-樹脂の三成分系の組成と熱伝導率の関係を示す図、第3図はアルミナ-熔融シリカ-樹脂の三成分系の組成とチップに加わる応力値の関係を示す図、第4図は

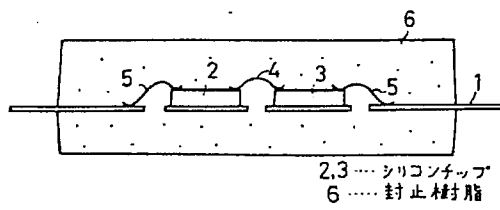
アルミナの先端角と頻度との関係を示す図、第5図は結晶シリカの先端角と頻度との関係を示す図、第6図は成形回数と型磨耗量との関係を示す図、第7図は別例の樹脂封止型半導体装置の断面図である。

2はシリコンチップ、3はシリコンチップ、6は封止樹脂。

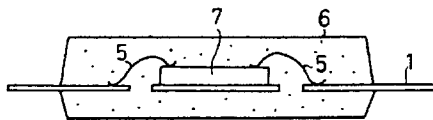
特許出願人 日本電装 株式会社

代理人 弁理士 恩田 博宣 (ほか1名)

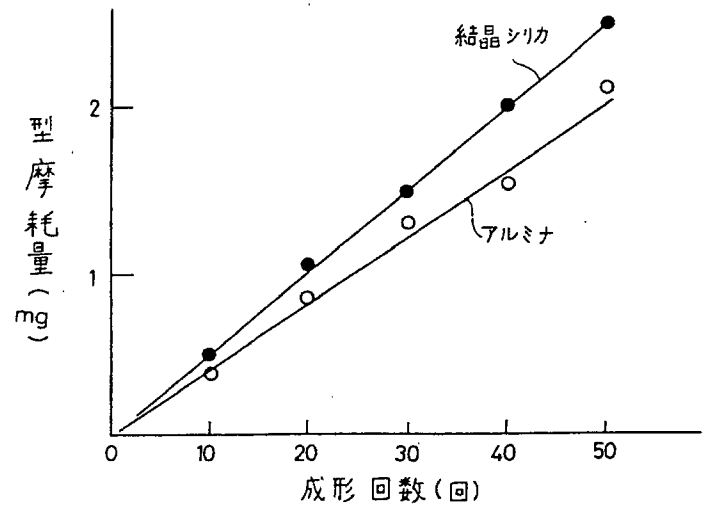
第1図



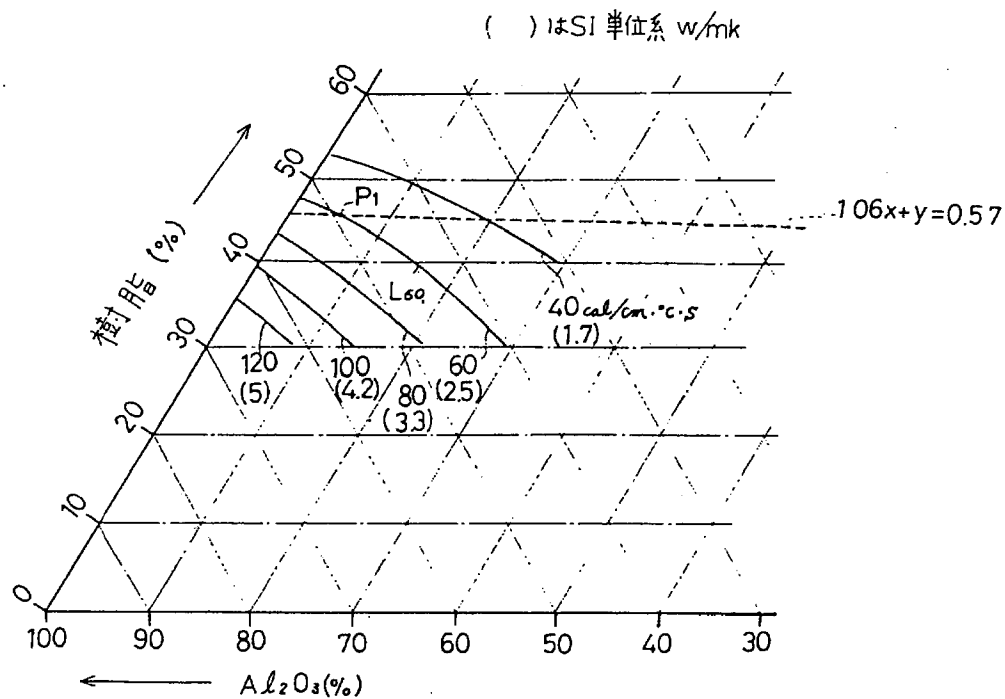
第7図



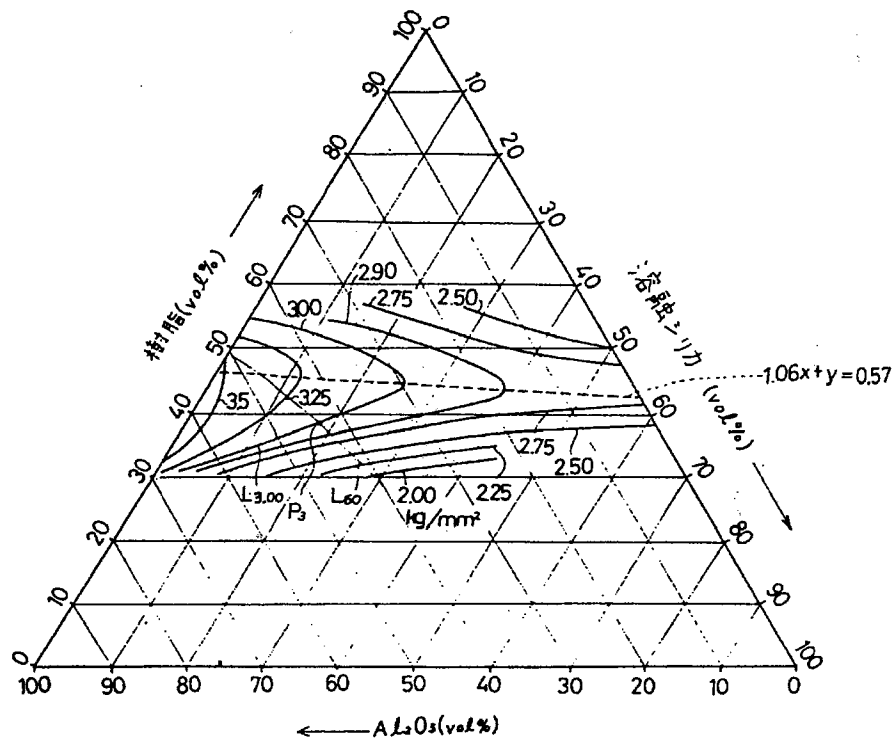
第6図



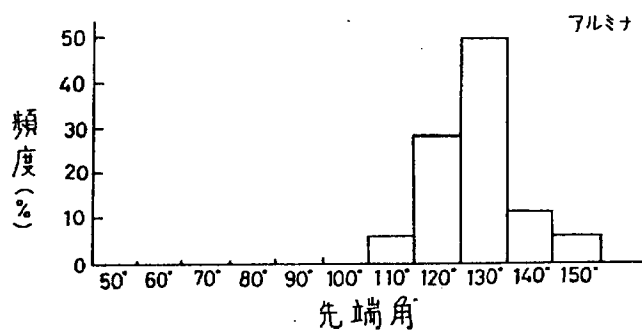
第2図



第3図



第4図



第5図

